

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2012

Martin Carva

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Bakalářský studijní program: strojírenská technologie

Zaměření: obrábění a montáž

RACIONALIZACE VÝROBY ÚPLNÉ PŘÍRUBY VE FIRMĚ CARBO SERVIS, s.r.o. BENÁTKY NAD JIZEROU

RATIONALIZATION OF PRODUCTION OF FULL SIDE FLANGE IN THE FACTORY CARBO SERVIS, s.r.o. BENÁTKY NAD JIZEROU

KOM - 1173

Martin Carva

Vedoucí práce: Doc. Ing. Karel Dušák, CSc.

Konzultant: Bc. Pavel Kejdana – CARBO SERVIS, s.r.o.

Počet stran: 39

Počet příloh: 0

Počet tabulek: 13

Počet obrázků: 36

Počet modelů nebo jiných příloh: ... 0

Datum: 14. 5. 2012



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Martin C A R V A**

Studijní program : B2341 Strojírenství

Obor : 2301R030 Výrobní systémy

Zaměření : Řízení výroby

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

**Racionalizace výroby úplné příruby ve firmě CABRO SERVIS, s.r.o.
Benátky nad Jizerou**

Zásady pro vypracování :

(uved'te hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Charakteristika výrobce (sortiment a objem výroby jednotlivých výrobků, organizační struktura, stručná historie).
2. Objekt řešení (charakteristika výrobku - příruby - jehož výroba má být racionalizována z aspektu konstrukce a výroby) a cíl racionalizace jeho výroby.
3. Popis stávajícího stavu (stávající výrobní uspořádání a vybavení pracovišť, organizace práce a materiálový tok).
4. Návrh nového uspořádání (v obsahovém uspořádání analogickém s bodem 3) příp. ve variantách.
5. Zhodnocení navrženého resp. zvoleného řešení.
6. Závěr (připomínky k realizaci, další náměty, návrh na konstrukčně - technologickou standardizaci, použití nových přípravků a pod.).



Forma zpracování bakalářské práce:

- průvodní zpráva : cca 30 stran textu
- grafické práce : obrázky, tabulky a grafy - dle potřeby

Seznam literatury (uved'te doporučenou odbornou literaturu) :

1. ZELENKA, A. *Projektování výrobních systémů*. Skripta, ČVUT Praha, 1995. 365 s. 80-01-01302-2.
2. MILO, P. *Technologické projektovanie v praxi*. vyd. ALFA Bratislava, 1983. 399 s. ISBN -.
3. DUŠÁK, K. *Technologie montáže. Základy*. 1. vyd. TU v Liberci, 2005. 113 s. ISBN 8-7083-906-6.

Vedoucí bakalářské práce:

Doc. Ing. Karel Dušák, CSc.

Konzultant bakalářské práce:

Bc. Pavel Kejdana -
CABRO SERVIS, s.r.o.

Doc. Ing. Jan Jersák, CSc.
vedoucí katedry



Doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan

V Liberci, dne 01. 03. 2012

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data. Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

**RACIONALIZACE VÝROBY ÚPLNÉ PŘÍRUBY VE FIRMĚ CARBO
SERVIS, s.r.o. BENÁTKY NAD JIZEROU**

ANOTACE:

Předmětem této bakalářské práce je navržení racionalizace výroby úplné (boční) příruby ve firmě CARBO SERVIS, s.r.o. Cílem racionalizace je zefektivnění výroby a snížení nákladů na výrobu. Jsou zde popsány jednotlivé výrobní postupy dílů boční příruby (hrdlo, příruba) a jejich montáž. Dále práce popisuje nově navržené řešení výroby příruby.

Klíčová slova: RACIONALIZACE, PŘÍRUBA, MONTÁŽ, VÝROBNÍ POSTUP

**RATIONALIZATION OF PRODUCTION OF FULL SIDE FLANGE IN THE
FACTORY CARBO SERVIS, s.r.o. BENÁTKY NAD JIZEROU**

ANNOTATIO:

The topic of this bachelor thesis is the project of rationalization of production of full (side) flange in the factory CARBO SERVIS, s.r.o. The purpose of the rationalization is to ensure more effective production and to reduce the production costs. The thesis includes description of production processes of each part of side flange (neck, flange) and their construction. Other part of the thesis describes new project of manufacturing of the flange.

Keywords: RATIONALIZATION, FLANGE, CONSTRUCTION, PRODUCTION PROCEDURE

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2012

Archivní označ. zprávy:

Počet stran:	39
Počet příloh:	0
Počet obrázků:	36
Počet tabulek:	13
Počet diagramů:	0

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 14. 5. 2012

Podpis:

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Doc. Ing. Karlu Dušákovi, CSc., konzultantovi Bc. Pavlu Kejdanovi za cenné rady při vypracování tématu, odbornou pomoc a ochotný přístup. Poslední poděkování patří panu Ing. Jaroslavu Kořátkovi za možnost zpracovat téma ve společnosti CARBO SERVIS, s.r.o. Benátky nad Jizerou.

OBSAH

Použité zkratky.....	7
1. Úvod.....	8
1.1 Charakteristika výrobce.....	8
1.2 Výrobní sortiment.....	9
2. Charakteristika výrobku.....	10
2.1 Hrdlo příruby.....	10
2.2 Příruba.....	12
2.3 Využití boční příruby.....	14
3. Důvody racionalizace.....	14
4. Současný výrobní postup boční příruby.....	15
4.1 Současný výrobní postup hrdla příruby.....	15
4.1.1 Materiálový tok.....	15
4.1.2 Výrobní postup.....	16
4.1.3 Charakteristika výrobní op. č. 05- řezání.....	16
4.1.3.1 Vybavení pracoviště.....	17
4.1.4 Charakteristika výrobní op. č. 10 a 15- obrábění.....	18
4.1.4.1 Vybavení pracoviště.....	19
4.2 Současný výrobní postup příruby.....	20
4.2.1 Materiálový tok.....	20
4.2.2 Výrobní postup.....	20
4.2.3 Charakteristika výrobní op. č. 05- vypalování.....	21
4.2.3.1 Vybavení pracoviště.....	21
4.2.4 Charakteristika výrobní op. č. 10 a 15- obrábění.....	24
4.2.4.1 Vybavení pracoviště.....	25
4.2.5 Charakteristika výrobní op. č. 20- vrtání, závitování....	27
4.2.5.1 Vybavení pracoviště.....	27
4.3 Montáž boční příruby.....	29
4.3.1 Vybavení pracoviště.....	30
5. Nové uspořádání výrobního postupu.....	32
5.1 Materiálový tok.....	32
5.2 Výrobní postup.....	33
5.3 Charakteristika výrobních operací.....	33
5.3.1 Vybavení pracoviště.....	34

5.4 Řezné podmínky.....	36
6. Zhodnocení.....	37
6.1 Časový rozbor.....	37
6.2 Finanční rozbor.....	37
7. Závěr.....	38
8. Použitá literatura.....	39

Použité zkratky

R _m	Mez pevnosti v tahu
R _e	Mez kluzu
HB	Označení tvrdosti podle Brinella
CNC	Computer Numeric Control (číslicové řízení počítačem)
NdFeB	Neodym-železo-bor
MIG/MAG	Metall Inert Gas/Metall Active Gas
TIG	Tungsten Inert Gas
TiALN	Titan aluminium nitrid
V _c	Řezná rychlost
f	Posuv
VBD	Výměnná břitová destička
k _s	Kusů
t	Tloušťka stěny trubky
D	Vnější průměr trubky
d	Průměr přesoustružené trubky
A	Vzdálenost přesoustružení
B	Velikost uříznuté trubky
R	Rádus
D _s	Průměr vyvrtání děr
D _v	Vnější průměr příruby
D _m	Vnitřní průměr příruby
D _a	Druhý vnitřní průměr příruby
P	Počet závitů

1. ÚVOD

1.1. Charakteristika výrobce

CARBO SERVIS, s.r.o. v Benátkách nad Jizerou je privátní česká strojírenská společnost zaměřená především na zakázkové obrábění, výrobu kovových konstrukcí a servis obráběcích a tvářecích strojů.

Společnost byla založena v březnu 2001 jako dceřiná firma společnosti Carborundum Electrite, a.s. Benátky nad Jizerou, z které byly převzaty nástrojařské, servisní a další technické činnosti. Koncem roku 2002 došlo k převodu obchodního podílu na jediného vlastníka a tím k úplnému osamostatnění společnosti.

Společnost zaměstnává více než 20 kvalifikovaných zaměstnanců. Základní kapitál společnosti je 1 000 000 Kč, roční obrat firmy přesahuje 21 mil. Kč.

Vzhledem k bohatým a dlouholetým zkušenostem pracovníků v oboru, je připravena v rámci technických možností splnit požadavky odběratelů v požadovaných termínech i kvalitě. Ve společnosti je kladen velký důraz na komplexní péči o zákazníka, kvalitu odvedené práce a efektivitu všech činností. V současné době je zaveden komplexní systém řízení jakosti, ochrany životního prostředí a bezpečnosti práce dle norem ČSN EN ISO 9001, ČSN EN ISO 14001 A OHS&S 18001. K přihlédnutí na strojní vybavení je firma schopna vyrobit nejrůznější strojní součásti v požadované přesnosti. Nejvíce se zaměřuje na obrábění rozměrově větších součástí v malých sériích s vysokými požadavky na kvalitu práce.

Nabízené služby společnosti jsou:

- výroba forem, lisovacích přípravků, nářadí
- obrábění strojních součástí větších rozměrů
- servis a opravy lisů, obráběcích strojů
- výroba kovových konstrukcí, dopravníků, palet, regálů
- drobné zakázkové strojní, zámečnické a klempířské práce

Kromě uvedených služeb kooperačně zajišťuje tepelné zpracování a další činnosti, pro které nemá dílna vybavení. [1]

1.2. Výrobní sortiment

Ze sériové výroby je třeba se zmínit o výrobě součástek tažného zařízení pro automobily od firmy ŠKODA AUTO, a.s.



Obr. 1.1 Trn tažného ramene



Obr. 1.2 Osa ovládací páky



Obr. 1.3 Vložka upínacího pouzdra

Dále se pak zabývá kusovou výrobou dle požadavků zákazníka a zakázkovými službami. Výrobky, které v poslední době společnost vyrobila, jsou například:

- forma na lisování brusných kotoučů
- hubice pro vstřikování plastů
- vrchní deska pracovní stanice



Obr. 1.4 Forma na lisování brusných kotoučů

Obr. 1.5 Hubice pro vstřikování plastů



Obr. 1.6 Vrchní deska pracovní stanice

2. CHARAKTERISTIKA VÝROBKU

Jak již bylo uvedeno, společnost se zabývá zakázkovou výrobou, jejíž součástí je v současné době obrábění dílů boční příruby a zároveň i jejich následná montáž nerozebíratelným spojem a to svařením. Tento výrobek se skládá ze dvou částí. Jednou z částí je hrdlo příruby a druhou část tvoří příruba. Vyrábí se několik typů bočních přírub, které budou uvedeny při popisu jednotlivých dílů.

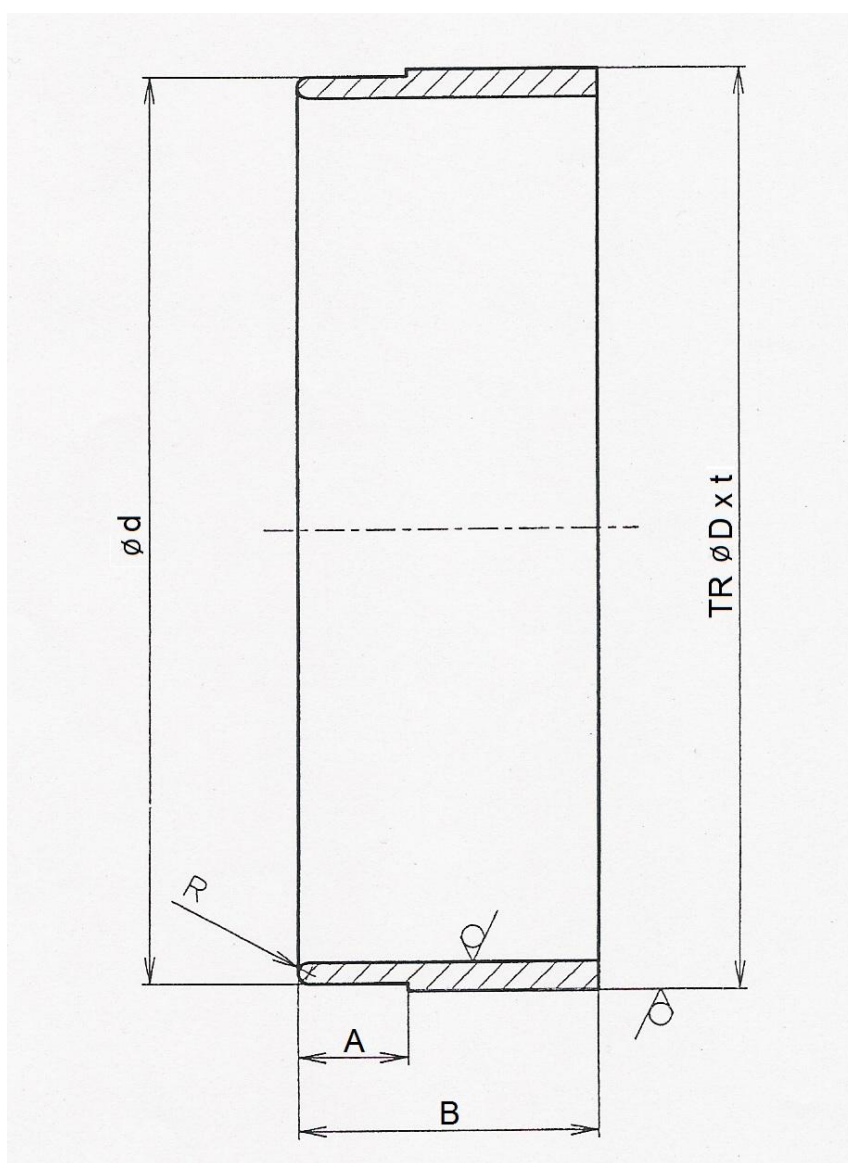
2.1. Hrdlo příruby

Pro získání polotovaru hrdla příruby je nakupována trubka bezešvá hladká kruhová (ČSN 42 5715) o délce 6 metrů \pm 400mm, která je pak pásovou pilou rozřezána. Vnější a vnitřní povrch trubky je okujený. Mezní úchylka vnějšího průměru je $\pm 1,25\%$ min. $\pm 0,5\text{mm}$ a mezní úchylka tloušťky stěny $+12,5\%$ až -15% . Ocel 11 353 je jednoúčelová

k výrobě bezešvých trubek, vhodná na trubkové konstrukce staticky namáhaných součástí (i svařované), potrubí pro vedení oleje, nafty, vody, páry, vzduchu, plynu, na spojovací součásti potrubí apod. Svařitelnost zaručená v závislosti na tloušťce polotovaru. [2, 3]

Tab. 2.1 Mechanické vlastnosti (11 353)

Označení (obsah C%)	Mechanické vlastnosti		
	R_m [Mpa]	R_e [Mpa]	Tvrdość HB
11 353 (0,18)	343-441	216-245	max. 135



Obr. 2.1 Hrdlo příruby

Tab. 2.2 Rozměry hrdel přírub

Název	Obecné kóty [mm]				
	Ø D x t	Ø d	A	B	R
Hrdlo příruby Ø 127x4-41	127 x 4	125±0,2	15	41	1,5
Hrdlo příruby Ø 133x4-70	133 x 4	131±0,2	20	70	1,5
Hrdlo příruby Ø 194x6,3-60	194 x 6,3	193±0,2	30	60	2
Hrdlo příruby Ø 219x8-86	219 x 8	-	-	86	2,5

Na hrdlo příruby Ø 133x4-70 je používán jiný typ příruby, proto v tabulce č. 2.6 nebude uvedena příruba pro hrdlo s tímto označením.

2.2. Příruba

Polotovár příruby je získáván vypalováním plazmou z plechu P 10–1250x2500 ČSN 42 5301.21. Materiál plechu je S 235 JR (EN 10025-2/04), to odpovídá 11 375 (ČSN 42 0118). Ocel je vhodná ke svařování všemi obvykle používanými způsoby svařování. S rostoucí tloušťkou výrobku a rostoucí hodnotou uhlíkového ekvivalentu se zvyšuje riziko výskytu trhlin za studena v oblasti svaru. [3]

Tab. 2.3 Chemické složení pro tloušťku v mm (rozbor tavby)

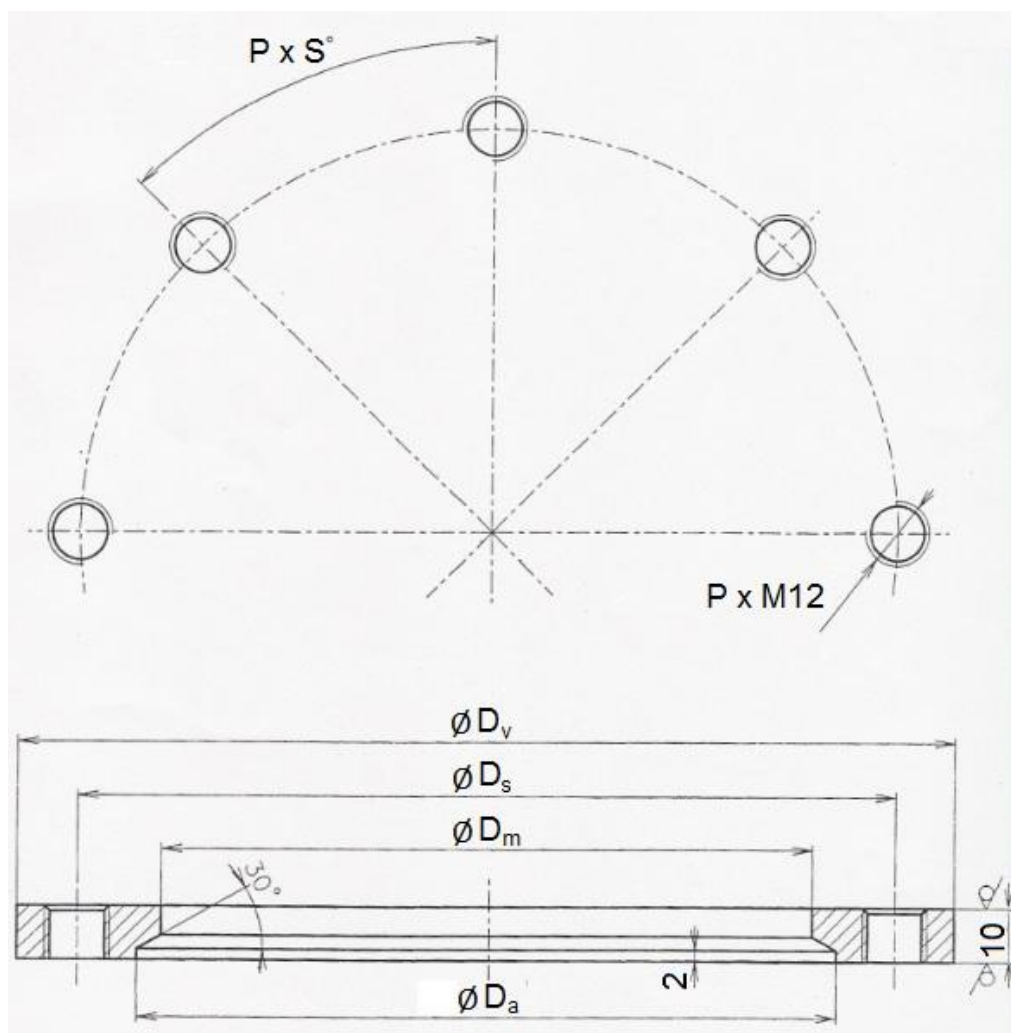
Označení	Obsah prvků - hmotnostní [%max.]								
	C _{max} ≤ 16mm	C _{max} >16mm ≤ 40 mm	C _{max} >40 mm	Si	Mn	P	S	N	Cu
S235JR	0,17	0,17	0,2	-	1,4	0,04	0,035	0,012	0,55

Tab. 2.4 Mechanické vlastnosti jmenovité tloušťky v mm (mez kluzu)

Označení	Minimální mez kluzu R _e [Mpa] . Jmenovitá tloušťka [mm]							
	≤ 16	>16 ≤ 40	>40 ≤ 63	>63 ≤ 80	>80 ≤ 100	>100 ≤ 150	>150 ≤ 200	>200 ≤ 250
S235JR	235	225	215	215	215	195	185	175

Tab. 2.5 Mechanické vlastnosti jmenovité tloušťky v mm (pevnost v tahu)

Označení	Pevnost v tahu R_m [Mpa] . Jmenovitá tloušťka v [mm]		
	$\geq 3 \leq 250$	$> 100 \leq 150$	$> 150 \leq 250$
S235JR	360-510	350-500	340-490



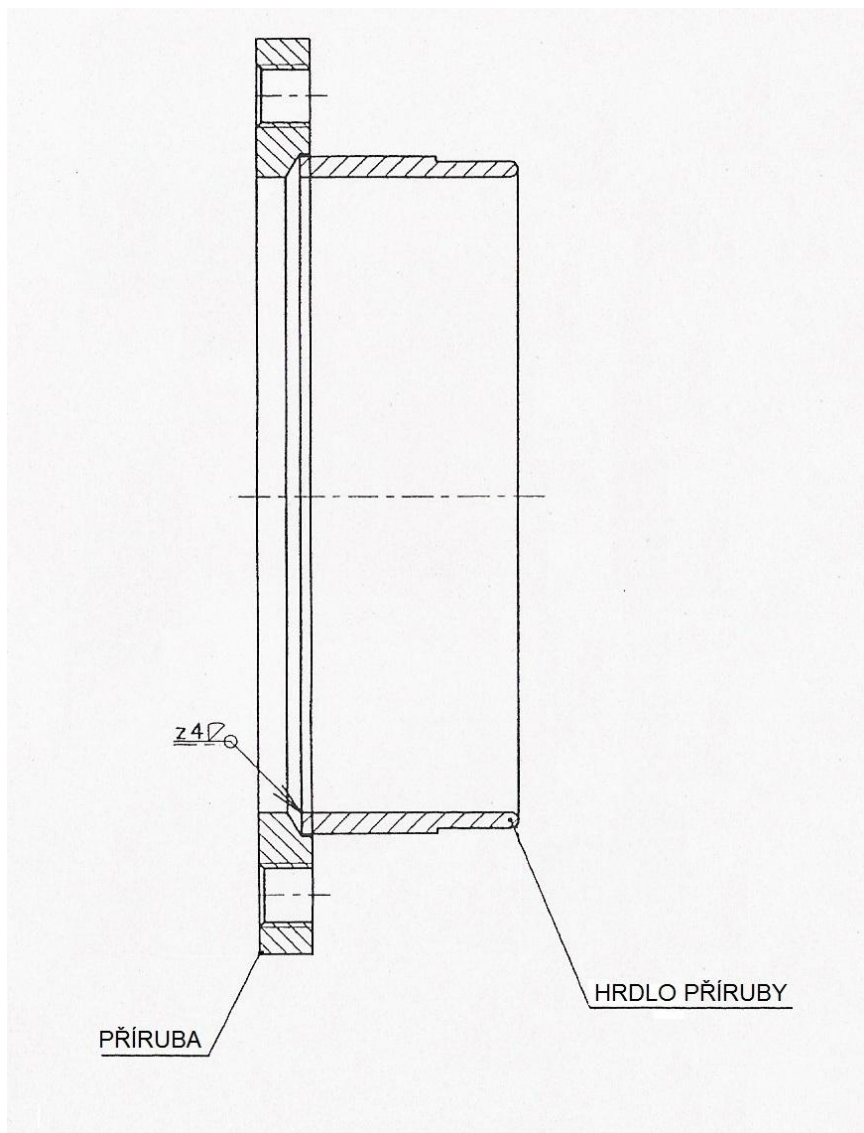
Obr. 2.2 Příruba

Tab. 2.6 Rozměry přírub

Název	Obecné kóty [mm]					
	D_s	D_v	D_m	D_a	$P[-]$	$S[^\circ]$
Příruba 150-8xM12	150	172	119	$128 \pm 0,1$	8	45°
Příruba 210-12xM12	210	238	183	$195 \pm 0,1$	12	30°
Příruba 225-10xM12	225	257	183	$195 \pm 0,1$	10	36°
Příruba 250-12xM12	250	290	206	$220 \pm 0,2$	12	30°

2.3. Využití bočních přírub

Boční příruba se používá u akumulčních nádrží, které slouží k akumulaci přebytečného tepla od zdroje (kotel na tuhá paliva, tepelné čerpadlo, solární kolektor, apod.). Akumulační nádrže vyrábí firma Družstevní závody Dražice-strojírna s.r.o. Vyrábí několik typů nádrží. Proto jsou uvedeny jednotlivé typy dílů v tabulce č. 2.2 a 2.6. Nejvíce se vyrábí boční příruby s označením 150-8xM12.



Obr. 2.3 Boční příruba svařená

3. DŮVODY RACIONALIZACE

Objem výroby všech provedení bočních přírub je v době zadání bakalářské práce cca 36 000 kusů ročně. Předpokládá se navýšení výroby o několik tisíc kusů za rok

z důvodu růstu poptávky trhu. Stávající výrobní postup pro předpokládaný nárůst výroby se stává neekonomický a neefektivní. Hlavním nedostatkem výroby se stává použití dvou strojů typu CNC soustruh a CNC frézka při výrobě příruby. Z toho je zřejmá nutnost přesouvání polotovaru mezi jednotlivými pracovišti, na kterých se provádí požadované operace. Cílem bakalářské práce je navrhnout výrobní postup s možností využití pouze jednoho stroje.

4. SOUČASNÝ VÝROBNÍ POSTUP BOČNÍ PŘÍRUBY

Výrobní postup je rozdělen do tří částí:

- výrobní postup hrdla příruby
- výrobní postup příruby
- montáž boční příruby

Výrobní postup hrdla příruby se skládá z nařezání trubky na požadovaný polotovar a následným přesunem na univerzální soustruh. Zde probíhá zarovnání čel, soustružení průměru trubky na daný rozměr a soustružení rádiusu.

Výrobní postup příruby je o něco delší a složitější. Z plechu se pomocí plazmového systému vypalují polotovary ve tvaru mezikružích. Následuje upnutí na CNC soustruh za vnější průměr a soustruží se otvor polotovaru. Po přeupnutí za otvor se soustruží vnější průměr. Další operace se provádí na CNC frézce. První je vrtání a sražení hran, po kterých následuje řezání závitů.

Když jsou části úplné příruby připraveny a převezeny do svařovny, tak může začít jejich montáž. Montáž spočívá v přivaření hrdla příruby a příruby k sobě.

4.1. Současný výrobní postup hrdla příruby

4.1.1. Materiálový tok



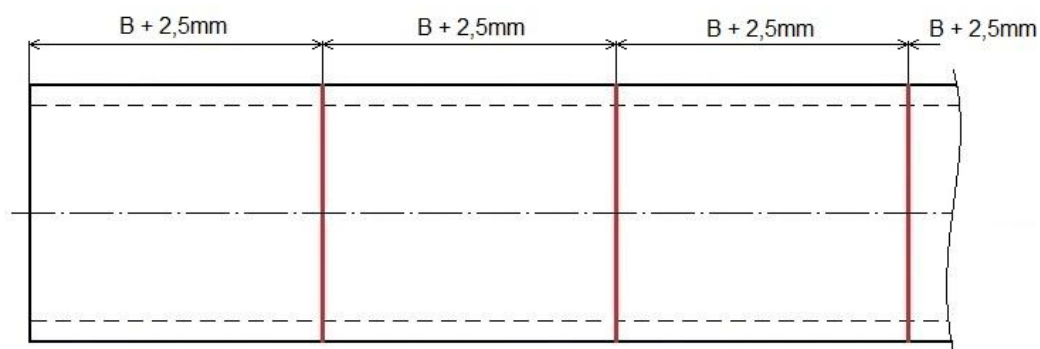
4.1.2. Výrobní postup

Č. op.	Operace	Stroj
05	Polotovár řezat na délku B s přídavkem 2,5mm	Pásová pila na řezání kovů Zeus
10	Upnout za Ø D , zarovnat čelo	Soustruh SU 50
15	Otočit; zarovnat čelo na délku B mm; soustružit na Ø d v délce A ; soustružit rádius R	Soustruh SU 50

Hodnoty **D**, **d**, **A**, **B** a **R** jsou z tabulky č. 2.2.

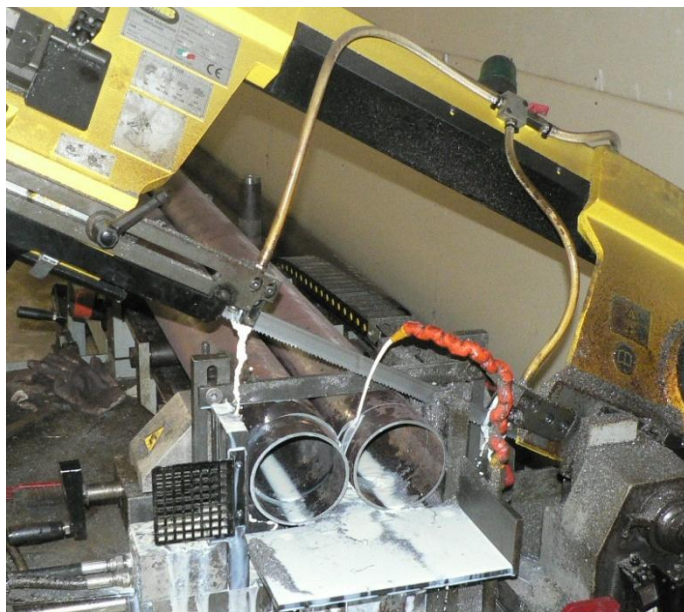
4.1.3. Charakteristika výrobní operace č. 05 - řezání

Nakupovaná trubka je upnuta na pásové pile Zeus pomocí pevného svěráku (mechanické ústrojí, které slouží k upevnění materiálu určeného k řezání do blízkosti pilového pásu). K pohybu trubky slouží vozík a pohyblivý svěrák. Vozík umožňuje posunovat materiál s pomocí hydraulického válce a pohyblivý svěrák slouží k upevnění materiálu pro jeho posouvání vpřed. Trubka se řeže na rozměr **B** (tabulka č. 2.2) s přídavkem 2,5mm na zarovnání čel. Počet řezů z jedné trubky se pohybuje od 64 až do 134, pokud trubka měří 6 metrů (délková tolerance je $\pm 400\text{mm}$). [11]



Obr. 4.1 Schéma dělení materiálu (trubky)

Trubky s Ø 127 a Ø 133 lze řezat dvě vedle sebe.



Obr. 4.2 Pásová pila Zeus při řezání dvou trubek

4.1.3.1. Vybavení pracoviště

Pásová pila Zeus:

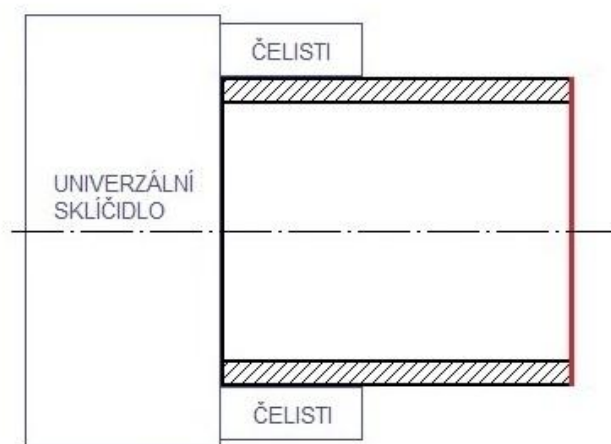
Jedná se o automatickou pásovou pilu, kde posuv ramene do řezu a zpět, upnutí a posuv materiálu je řízen počítačem (obrázek č. 4.2). [4]

Tab. 4.1 Technická data pásové pily Zeus

Technická data	
Hmotnost [kg]	1100
Rozměr [d x š x v] [mm]	2300x1800x1700
Ložná výška materiálu [mm]	850
Řezná kapacita - svazky [mm]	110x270
Rozměr pásu [mm]	3300x27x0,9
Rychlost pásu [m/min]	16-120
Hlavní motor [kW]	1,1
Chlazení [kW]	0,09
Hydraulika [kW]	1,1

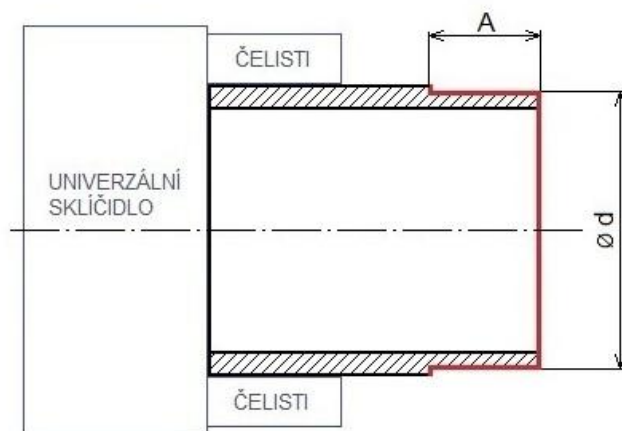
4.1.4. Charakteristika výrobní operace č. 10 a 15 - obrábění

Po uříznutí jde trubka na soustruh SU 50 a upne se do sklíčidla. Zarovnání čela se provádí soustružnickým nožem pro vnější soustružení **PCNTR 2020 K12** na kterém je vyměnitelná břitová destička **CNMG 120408EN-NM 15 HCX 1125**. [5]



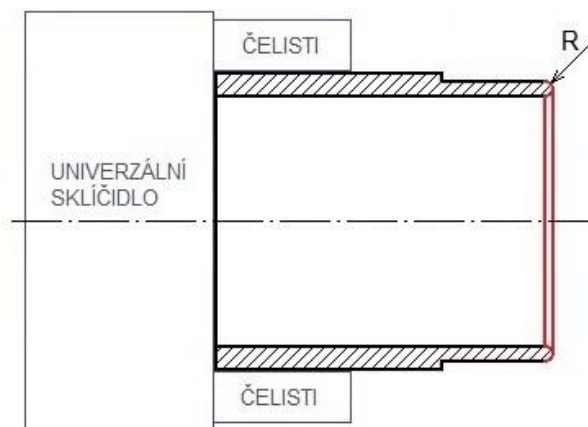
Obr. 4.3 Schéma zarovnání čela

Trubka se otočí a znovu upne do sklíčidla. Zarovná se čelo na požadovanou délku **B** (tabulka č. 2.2) a přesoustruží se povrch trubky na $\varnothing d$ (tabulka č. 2.2) do vzdálenosti **A** (tabulka č. 2.2). Soustružnický nůž a břitová destička jsou stejné, jako v předchozí operaci.



Obr. 4.4 Schéma zarovnání čela a soustružení povrchu trubky

Poslední operace prováděná na soustruhu SU 50 je soustružení rádiusu **R** (tabulka č. 2.2). Používá se tvarový soustružnický nůž, kterým lze soustružit rádius **R** z levé i pravé strany (oboustranný rádiusový).



Obr. 4.5 Schéma soustružení rádiusu

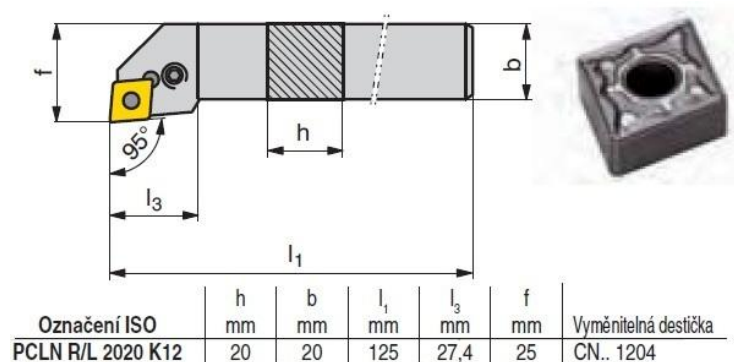
Hrdlo příruby se vyndá ze sklíčidla a narovná do kovové ohradové palety. Následně se převezí do svařovny, kde probíhá montáž boční příruby.

4.1.4.1. Vybavení pracoviště

Soustruh SU 50

Jedná se o klasický univerzální soustruh s oběžným průměrem nad ložem 500mm a vzdáleností 2000mm mezi hroty.

Soustružnický nůž a břitová destička



Obr. 4.6 Nůž- PCNTR 2020 K12 a VBD- CNMG 120408EN-NM 15 HCX 1125

VBD je z tvrdokovu s povlakem Dragonskin, ISO P25 od firmy WNT. [5]

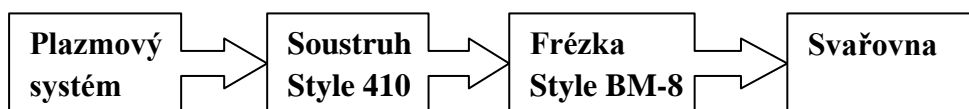
Oboustranný rádiusový nůž



Obr. 4.7 Oboustranný rádiusový nůž

4.2. Současný výrobní postup příruby

4.2.1. Materiálový tok



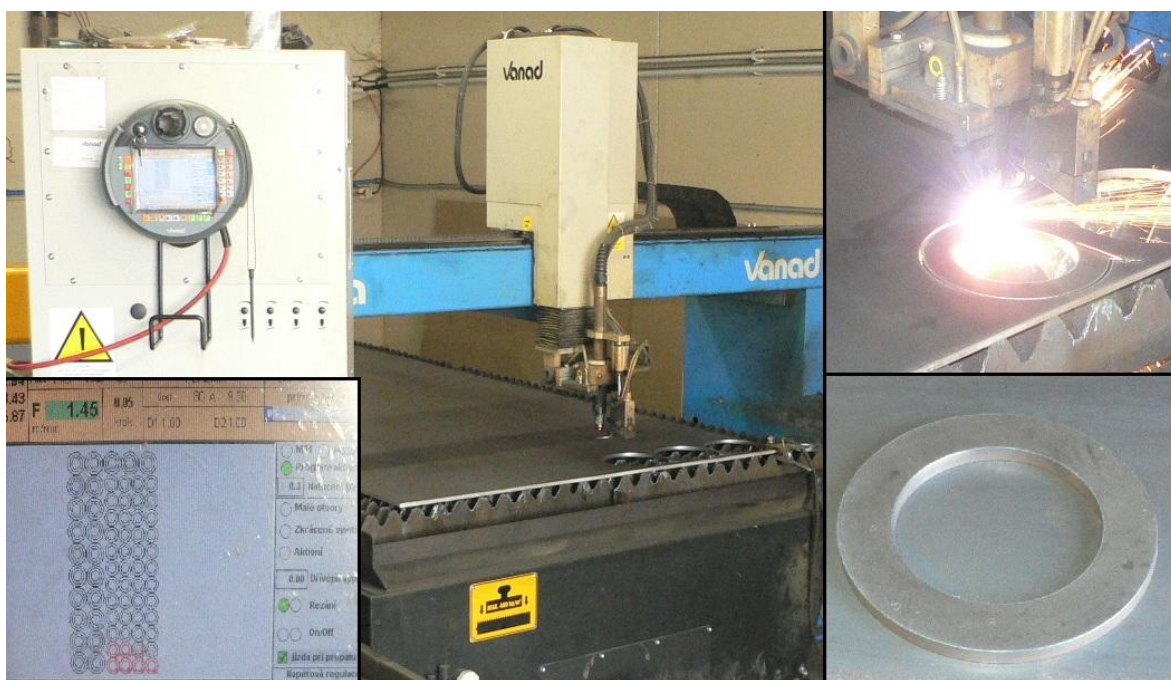
4.2.2. Výrobní postup

Č. op.	Operace	Stroj
05	Vypálit polotovar s přídavkem 3mm	Plazmový systém Powermax1250
10	Upnout za vnější $\varnothing D_v$ (+ přídavek); soustružit otvor dle výkresu ($\varnothing D_m$, $\varnothing D_a$); odstranit otřepy	CNC soustruh STYLE 410
15	Upnout za $\varnothing D_m$; soustružit na $\varnothing D_v$; srazit hrany $1 \times 45^\circ$	CNC soustruh STYLE 410
20	Upnout za $\varnothing D_v$; vrtat $P \times 10,5$ mm; srazit hrany; závitovat $P \times M12$; odstranit otřepy	Frézka STYLE BM-8

Hodnoty D_v , D_m , D_a , P jsou z tabulky č. 2.6.

4.2.3. Charakteristika výrobní operace č. 05 - vypalování

První operací je vypalování polotovaru pomocí plazmového systému z nakoupeného plechu. Permanentní břemenové magnety, které se pohybují na pojezdové dráze pomocí elektromotoru, slouží při manipulaci s deskami na pracovní odsávací stůl. Vzhledem k poměrně velké hmotnosti desky není potřeba jí zajišťovat k pracovnímu stolu. Plazmový systém Powermax1250 je připojen na CNC řezací stroj s řídicím systémem B&R, který se stará o pohyb hořáku při vypalování. Vypálené polotovary jsou vyrovnávány do kovové ohradové palety a ta je přemístěna k soustruhu. [6, 11]



Obr. 4.8 Vypalování polotovaru příruby

4.2.3.1. Vybavení pracoviště

Permanentní břemenový magnet

Břemenový magnet MAGSY slouží k manipulaci s plochým a kruhovým materiálem, např. v dílnách, skladech hutního materiálu, při manipulaci u nůžek, lisů, pálicích a kovoobráběcích strojů, při výměnách forem u vstřikolisů. Použitím velmi silných neodymových NdFeB magnetů dosahujeme velkých výkonů při malých rozměrech břemenových magnetů. Výhodou magnetu je zapnutí a vypnutí pomocí páky umístěné na boční straně. Magnetická síla není časově omezena a nezávisí na elektrické energii. [6]



Obr. 4.9 Permanentní (trvalý) břemenový magnet

Materiálový odsávaný stůl

Tento stůl je určen pro tepelné dělení kovových materiálů plazmou s maximálním zatížením 390 kg/m^2 a maximální tloušťka děleného materiálu je 50mm. Velikost pracovní plochy je 2000x6000mm ve výšce 700mm. Stůl se vyznačuje lehkou a stabilní konstrukcí, která je svařená. Konstrukce stolu využívá tzv. principu plošného odsávání, kde je proces extrakce ve srovnání s klasickými odsávacími stoly rovnoměrnější a efektivnější. Odsávání jednotlivých sekcí je provedeno mechanickou vazbou stroje se stolem ovládací lyžinou stroje. [7]



Obr. 4.10 Materiálový odsávaný stůl

CNC řezací (pálící) stroj Vanad portál ARENA

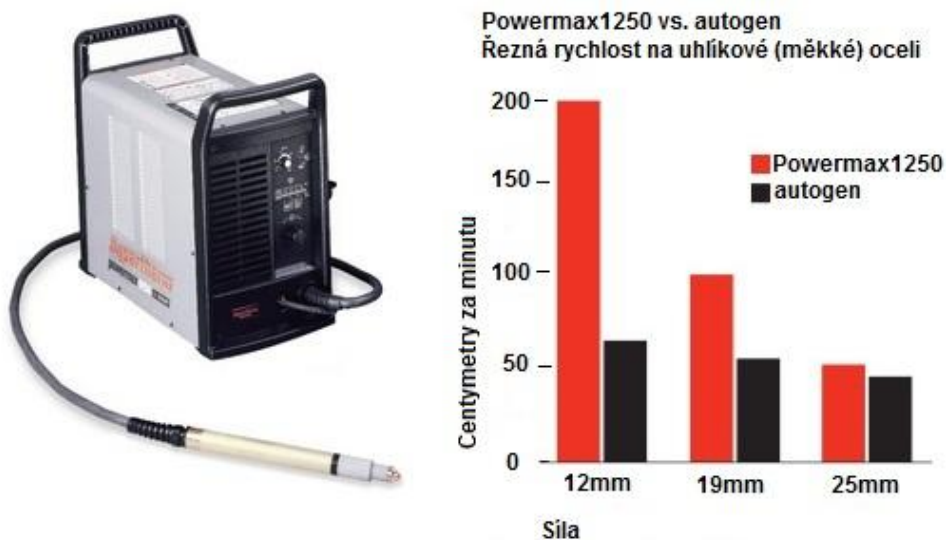
Stroj je určen pro nasazení technologie kyslíkového řezání, plazmové technologie řezání – konvenčních plazmových zdrojů, používaných v oboru tepelného dělení kovových materiálů a výroby výpalků. V ose X zaručuje vysokou přesnost oboustranný pohon podélného pojezdu. Dvě lineární vedení na portálu stroje umožňují pohyb v ose Y a v ose Z je lineární zdvih hořáku. Motory mají konstantní kroutící moment a to zaručuje dobrou kvalitu výpalků. CNC stroj je s řídícím systémem B&R. [8]



Obr. 4.11 CNC řezací stroj Vanad

Powermax1250

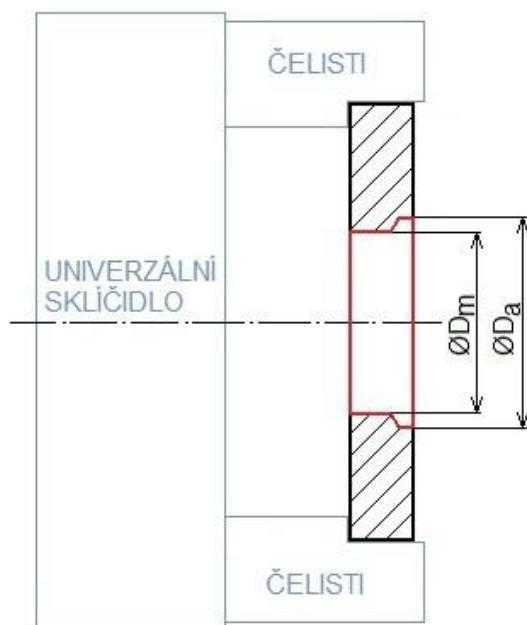
Jedná se o plazmový systém pro řezání a drážkování kovů. Systémy a technologie se automaticky přizpůsobují jakémukoliv napájecímu napětí v rozmezí 200V-600V (1 nebo 3 fáze), zajišťují vysoké řezné rychlosti a vyrovnávají změny napájecího napětí, čímž stabilizují výkon přístroje při výkyvech napájecího napětí. Mechanizované propálení umožňuje průřez materiálu o tloušťce až 16mm.[11]



Obr. 4.12 Powermax1250 se strojním hořákem, srovnání s autogenem (ruční použití)

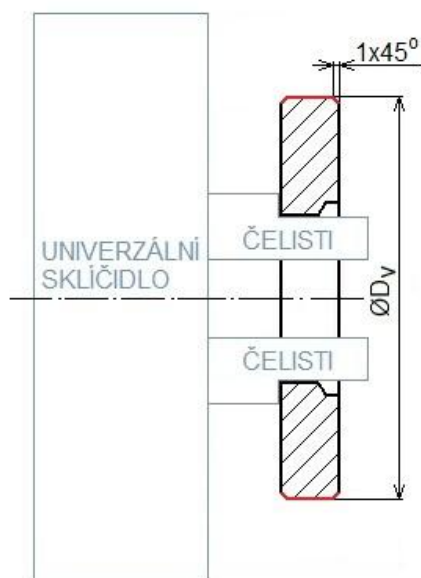
4.2.4. Charakteristika výrobní operace č. 10 a 15 - obrábění

Polotovár se upne do sklíčidla za vnější $\varnothing D_v$ (tabulka č. 2.6) s přídavkem, aby se jako první mohl soustružit otvor ($\varnothing D_m$, $\varnothing D_a$ z tabulky č. 2.6). Použitý nástroj je soustružnický nůž pro vnitřní soustružení **A20Q PDUNL 11-PF** s vyměnitelnou břitovou destičkou **DCMT 11T304EN-SMQ HCX 1125**. [5]



Obr. 4.13 Schéma soustružení otvoru

Po dokončení předchozí operace se polotovar upne za vnitřní $\varnothing D_m$ (tabulka č. 2.6) do sklíčidla, aby se soustružil vnější $\varnothing D_v$ (tabulka č. 2.6). Soustružnický nůž pro tuto operaci je **PDNNL 2020 K11** s destičkou **DNMG 110408EN-NM 15 HCX 1125**. Obrobené polotovary jsou vyrovnány opět do ohradové palety a odvezeny k frézce. [5]



Obr. 4.14 Schéma soustružení vnějšího průměru

4.2.4.1. Vybavení pracoviště

CNC soustruh Style 410

CNC soustruh Style 410 se využívá pro kusovou nebo malosériovou výrobu. Velmi stabilní rám stroje a dvojité prisma zaručují velkou přesnost výroby. Se snadným CNC řízením Style je programování jednoduché, to spoří čas. Ruční kolečka umožňují provozovat stroj v manuálním režimu, který je praktický a běžný např. pro nastavení nulové polohy. [11]

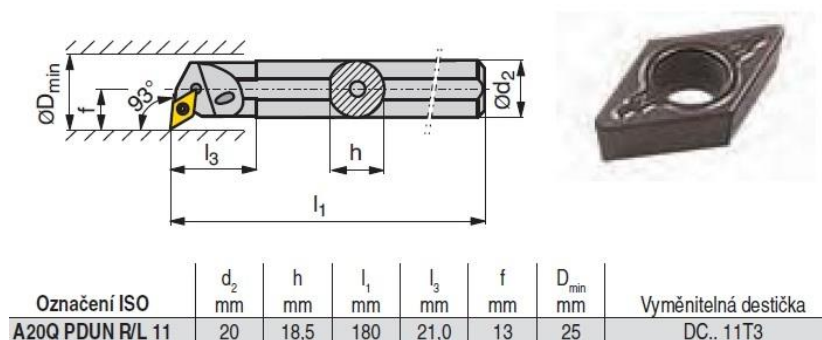


Obr. 4.15 CNC soustruh Style 410

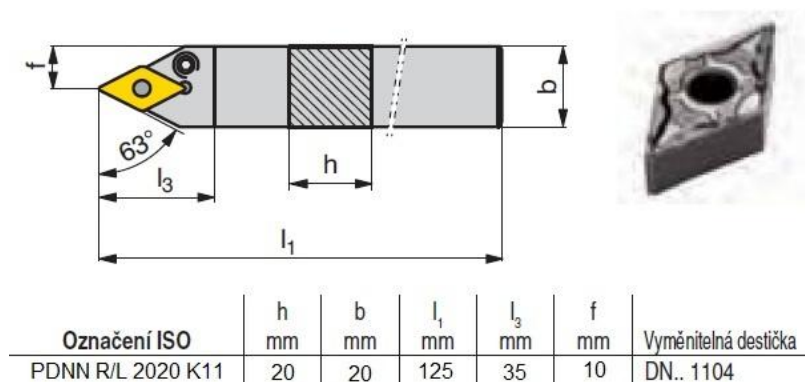
Tab. 4.2 Parametry Style 410

Technická data	Style 410
Hmotnost [kg]	2600
Točný průměr nad ložem [mm]	410
Točný průměr nad suportem [mm]	220
Vzdálenost mezi hroty [mm]	1500
Šířka lože [mm]	330
Max. zatížení mezi hroty [kg]	450
Max. zatížení v kombinaci s lunetou [kg]	800
Výkon motoru [KW]	7,5
Max. otáčky [ot/min]	2500
Průchod vřetena [mm]	Ø 80/Ø 103
Kužel vřetena	D1-8
Rozsah [m/min]	8
Posuv [mm/min]	0.01-1000
Průměr pinoly [mm]	75
Zdvih pinoly [mm]	150
Kužel pinoly	MK-5

Soustružnický nůž a břitová destička



Obr. 4.16 Nůž- A20Q PDUNL 11-PF a VBD DCMT 10T304EN-SMQ HCX 1125

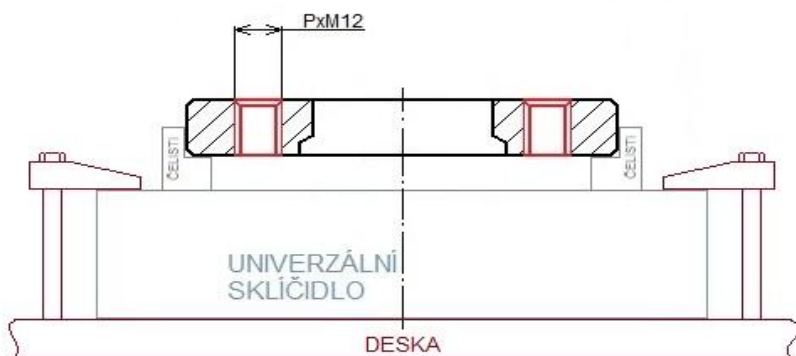


Obr. 4.17 Nůž- PDNNL 2020 K11 a VBD DNMG 110408EN-NM15 HCX 1125

VBD je z tvrdokovu s povlakem Dragonskin, ISO P25 od firmy WNT. [5]

4.2.5. Charakteristika výrobní operace č. 20 – vrtání, závitování

Dokončení příruby se provádí na CNC frézce STYLE BM-8. První operací zde je vyvrtání průchozích děr $P \times 10,5\text{mm}$ (tabulka č. 2.6) podle typu příruby. Při vrtání se používá monolitní tvrdokovový vrták s dvěma břity **WPC-UNI 11606 105** o průměru 10,5mm s povlakem TiALN. Následuje výměna nástroje na spirálový navrtávák **NC-A 10 522 160** o průměru 16mm a s vrcholovým úhlem 90° . Ten má za úkol srazit hrany před závitováním. Poslední operací na přírubě je závitování $P \times M12$ (tabulka č. 2.6). Používá se závitník **UNI M12 ISO 2/6H** pro neprůchozí díry. Firma má lepší zkušenosti s použitím tohoto typu závitníku pro lepší odvod třísky. Hotové příruby jsou převezeny do svařovny. [5]



Obr. 4.18 Schéma upnutí na frézce

4.2.5.1. Vybavení pracoviště

CNC frézka Style BM-8

CNC vertikální frézka Style BM-8 od nizozemské firmy STYLE High Tech s řídicím systémem Style, který umožňuje velmi rychlé a přehledné programování. Stroj je oblíbený pro vysokou spolehlivost a výkon. Je určen především pro přesné frézování s maximálními úběry a velmi výkonné vrtání. Standardní výbavou stroje je automatický výměník nástrojů na 20 poloh, automatický mazací systém, upínací systém s oplachem nástroje tlakovým vzduchem a mnoho dalších věcí. [11]

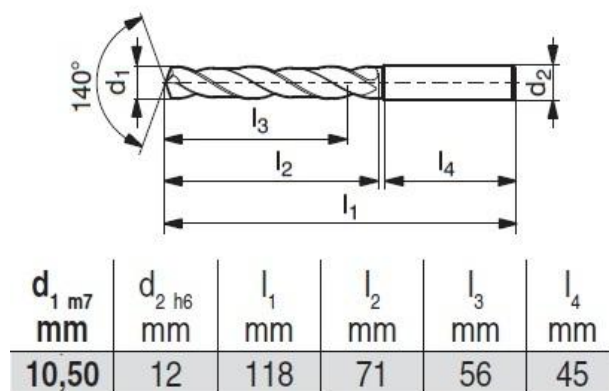


Obr. 4.19 CNC frézka Style BM-8

Tab. 4.3 Parametry Style BM-8

Technická data	Style BM-8
Hmotnost [kg]	4300
Šířka - délka [mm]	3070x3590
Stůl [mm]	508x1570
Vzdálenost vřetena od stolu [mm]	130-830
T – drážky [mm]	5x18
Automatický výměník nástrojů [poloh]	20
Max. zatížení stolu [kg]	1200
Zakončení vřetena	BT-40
Hlavní motor [KW]	11
Servo motory [Nm]	5,5
X- osa rozjezd [mm]	1320
Y- osa rozjezd [mm]	660
Z- osa rozjezd [mm]	700
Rychloposuv [m/min]	10

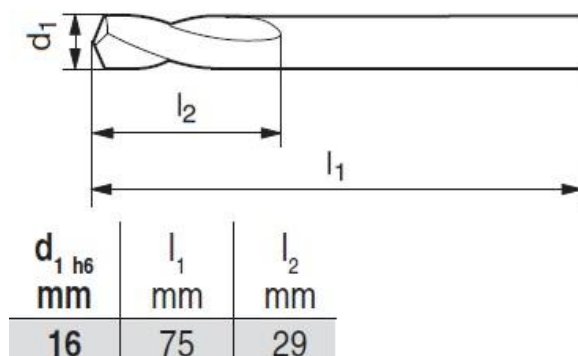
Vrták



Obr. 4.20 Vrták WPC-UNI 11606 105

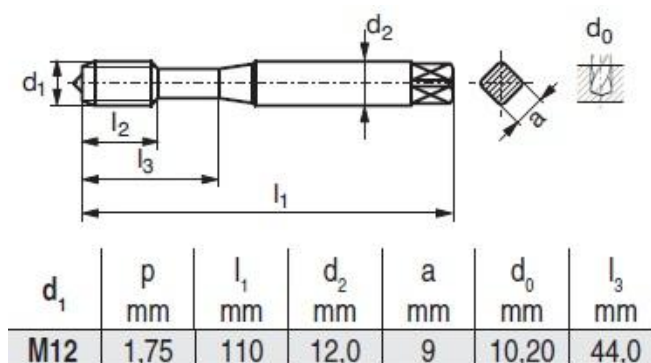
Povlak TiALN (titan aluminium nitrid) má výbornou odolnost vůči vysokým teplotám. V současné době vhodný pro vysokorychlostní obrábění. [5]

Navrtávák



Obr. 4.21 Navrtávák NC-A 10 522 160

Závitník



Obr. 4.22 Závitník UNI M12 ISO 2/6H

4.3. Montáž boční příruby

Hrdlo příruby a příruba jsou připraveny ve svařovně, kde se provede montáž. Spojení hrdla příruby a příruby musí být dokonale těsné, jelikož boční přírubou bude protékat voda. Proto jsou díly k sobě přivařeny. K svařování se používá obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu, metoda MAG (Metal Active Gas). Jako plyn se používá směs Argonu a CO_2 v poměru 82% Ar a 18% CO_2 . Dříve se používal klasický svářecí stroj, který umožňoval sváření standardní metodou MIG/MAG. Později firma pořídila svářecí stoj, který umožňuje pulsní svařování. Pulsní proces poskytuje daleko vyšší svařovací rychlost než klasický sprchový přenos. Celý proces je rychlejší

i více efektivní. Kromě toho dochází ke značnému omezení rozstříku svarového kovu a produkce dýmů i ke snížení deformací materiálu. Jako přídavný materiál se používá poměděný drát o Ø 1,2mm, který je určen pro sváření v ochranné atmosféře plynů Argon+CO₂ a nebo čistém CO₂.

Hrdlo příruby se přiloží k přírubě (obrázek č. 2.3) a následně se oba díly vloží do přípravku určeného k sváření. Přípravek je rotační polohovadlo, na kterém je připevněné sklíčidlo s třemi čelistmi. Upínání je pneumatické což umožňuje rychlou a snadnou výměnu svařovaných součástí.

Po dokončení svařování následuje ruční čištění boční příruby od rozstříknutého kovu (pulsní svařování jen omezuje rozstřík kovu, ale nezamezuje mu) pomocí pilníku. Očištěná boční příruba je vyrovnána do ohradové palety a odvezena k zákazníkovi. [9]

4.3.1. Vybavení pracoviště

Svářecí stroj Phoenix 330

Jde o pulsni svařovací stroj, vodou chlazený. Určen pro několik typů svařování:

- MIG/MAG
- MIG/MAG pulsni
- TIG liftarc

Lze použít na nelegované, nízko a vysoce legované oceli, hliníkové slitiny, měď a její slitiny a speciální slitiny. [11]



Obr. 4.23 Phoenix 330

Tab. 4.4 Parametry Phoenix 330

PARAMETRY	
Rozměry D x Š x V [mm]	605x335x520
Rozsah nastavení svařovacího proudu [A]	5-330
Zatěžovatel (dz) při okolní teplotě 40° C [A]	25% dz 330
	60% dz 250
	100% dz 210
Síťové napětí (tolerance) [V]	3x400 (-25% – +20%)
Síťová frekvence [Hz]	50/60
Max. připojený výkon [kVA]	13,5
Přijatý výkon generátoru [kVA]	17,0
Chlazení: Objem nádrže [l]	7
Max. dopravní množství [l/min]	20
Max. výstupní tlak [bar]	4,5
Rychlost drátu [m/min]	0,5-20

Rotační polohovadlo

Stroj je elektrické zařízení, které umožňuje provádění rotačních svarů ve spojení se svařecími stroji. Stroj má stabilní ocelovou konstrukci s nutností kotvení. Skládá se z ocelového podstavce, který je vyroben jako svařenec. V podstavci jsou umístěny elektrické systémy a ovládací panel. Na podstavci je kyvně uloženo těleso rotátoru, které je opatřeno vlastním pohonem rotátoru. Pohon kyvného tělesa je pomocí mechanické ruční převodovky nebo mechanickým ručním aretováním. Rotátor, vždy motoricky poháněný, se skládá z ocelové desky s univerzálními drážkami pro ukotvení normalizovaného upínače nebo sklíčidla. [11]

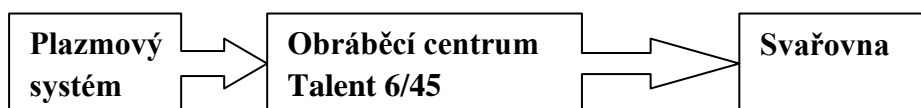


Obr. 4.24 Rotační polohovadlo

5. Nové uspořádání výrobního postupu

Hlavní nedostatek, jak již bylo zmíněno, je výroba příruby. S přihlédnutím na technické vybavení a možnosti firmy, jsem navrhnul výrobní postup na obráběcím centru Hardinge Talent 6/45.

5.1. Materiálový tok



5.2. Výrobní postup

Č. op.	Operace	Stroj
05	Vypálit polotovar s přídavkem 3mm	Plazmový systém Powermax1250
10	Upnout za $\varnothing D_v$ (+ přídavek); soustružit otvor dle výkresu ($\varnothing D_m$, $\varnothing D_a$); odstranit otřepy	Hardinge talent 6/45
15	Upnout za $\varnothing D_m$; soustružit na $\varnothing D_v$; srazit hrany $1 \times 45^\circ$; vrtat $P \times 10,5$ mm; srazit hrany; závitovat $P \times M12$; odstranit otřepy	Hardinge talent 6/45

Hodnoty D_v , D_m , D_a , P jsou z tabulky č. 2.6.

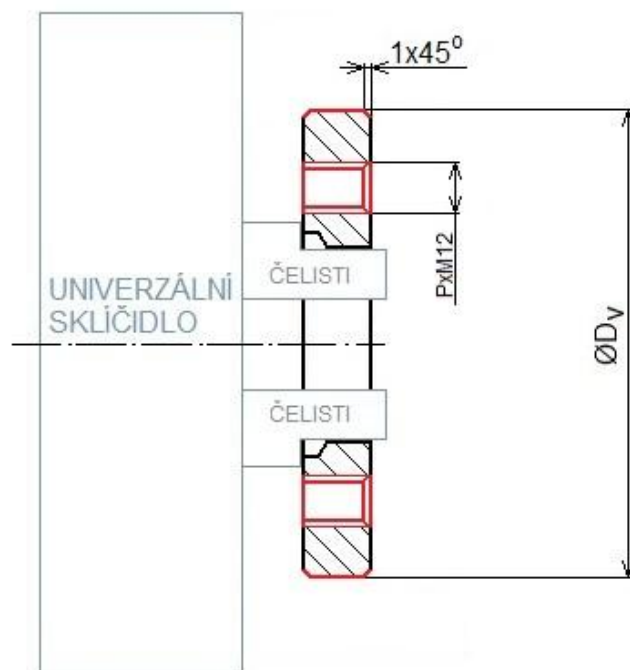
5.3. Charakteristika výrobních operací

Vypalování polotovaru zůstává stejné (4.2.3). Firma nemá jiné stroje, které by mohly získávat polotovar z plechu určeného pro přírubu.

Soustružení otvoru ($\varnothing D_m$, $\varnothing D_a$ z tabulky 2.6) pro uložení hrdla příruby je prakticky stejné, jako na soustruhu Style 410. Na stroji Hardinge talent 6/45 nastává úspora času při výměně nástrojů (Style 410 je určen pro kusovou a malosériovou výrobu). Upnutí bude podle schématu soustružení otvoru (Obrázek č. 4.13). Soustružnický nůž a výměnná břitová destička zůstávají stejné, jako na soustruhu Style 410 (nůž A20Q PDUNL 11-PF s VBD DCMT 11T304EN-SMQ HCX 1125).

Hlavní rozdíl nastává při soustružení $\varnothing D_v$, vrtání děr $P \times 10,5$ mm a závitování $P \times M12$ (tabulka č. 2.6). Příruba je upnuta za $\varnothing D_m$ a to tak, aby $\varnothing D_a$ byl blíže ke sklíčidlu (tabulka č. 2.6). Kdyby byla příruba upnuta opačně, musely by se otřepy vzniklé při závitování odstraňovat ručně. Otřepy vzniklé při správném upnutí není třeba odstranit, protože nemají vliv na funkčnost příruby. I při těchto operacích nastává úspora času při výměně nástrojů. Na soustružení $\varnothing D_v$ (tabulka č. 2.6) je použit stejný soustružnický nůž, který se používá na soustruhu Style 410 (nůž PDNNL 2020 K11 s VBD DNMG 110408EN-NM 15 HCX 1125). Převzaly se i nástroje z frézky (navrtávák NC-A

10 522 160, závitník UNI M12 ISO 2/6H). Vrták byl změněn na **WPC-UNI 11609 105**, který je s chladicími kanálky. Povlak vrtáku je také TiALN. [5]



Obr. 5.1 Schéma soustružení vnějšího průměru a závitů

5.3.1. Vybavení pracoviště

Stroje a vybavení použité při vypalování polotovaru je uvedeno v 4.2.3.1.

Hardinge talent 6/45

Soustružnické univerzální obráběcí centrum Talent 6/45 od americké firmy Hardinge je osazeno řídicím systémem FANUC OiC včetně integrovaného dílenského programování. Tento stroj má robustní základ a lože dává stroji vysokou tuhost. Suporty lineárních os, pojíždí po valivém vedení a dávají strojům vysokou přesnost polohování a interpolovaného pohybu os suportů. Vřetenové jednotky umožňují velký obráběcí výkon. Synchronní vestavné vřetenové motory poskytují vysokou dynamiku funkcí vřetena a výkonnou rotační osu C. Univerzální obráběcí centrum je vhodné jak pro malosériovou výrobu, tak i pro specializovanou hromadnou výrobu. [10]



Obr. 5.2 Hardinger Talent 6/45

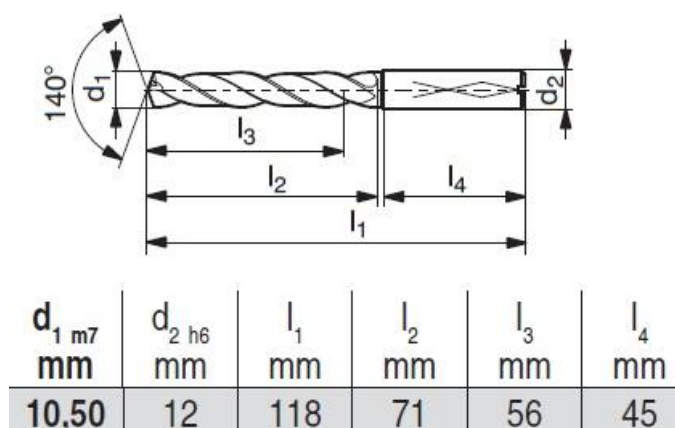
Tab. 10 Technické parametry Talent 6/45

Technická data	Talent 6/45
Hmotnost [kg]	2800
Točný průměr [mm]	284
Točná délka [mm]	406
Pojezd osy X [mm]	228
Pojezd osy Z [mm]	406
Rychloposuv [m/min]	30
Otáčky vřetene [ot/min]	6000
Vrtání vřetene [mm]	45
Počet míst zásobníku nástrojů	12
Rozměry d x š x v [mm]	1998x1650x1781
Celkový příkon [KW]	25
Výkon na vřetenu [KW]	12

Soustružnický nůž a břitová destička

Jsou uvedeny v 4.2.4.1.

Vrták



Obr. 5.3 Vrták WPC-UNI 11609 105

Povlak TiALN (titan aluminium nitrid) má výbornou odolnost vůči vysokým teplotám. V současné době vhodný pro vysokorychlostní obrábění. [5]

Navrtávák a závitník

Jsou uvedeny v 4.2.5.1.

5.4. Řezné podmínky

Optimální řezné podmínky uvádí výrobce břitových destiček a jednotlivých nástrojů (vrták, navrtávák a závitník).

Soustružení:

- Řezná rychlost V_c 200-220 [m/min]
- Posuv f otvor příruby- 0,1 [mm/ot]
vnější průměr- 0,15 [mm/ot]

Vrtání:

- Řezná rychlost V_c 80 [m/min]
- Posuv f 0,15-0,2 [mm/ot]

Závitování:

- Řezná rychlost V_c 20-40 [m/min]
- Posuv f 1,5 [mm/ot]

6. Zhodnocení

6.1. Časový rozbor

Tab. 6.1 Výrobní čas pro jednotlivé příruby

Typ příruby	původní T_{AC} [min]	nový T_{AC} [min]	úspora času [min]
Příruba 150-8xM12	6,4	5,5	0,9
Příruba 210-12xM12	7,1	6	1,1
Příruba 225-10xM12	6,9	5,9	1,0
Příruba 250-12xM12	7,2	6,1	1,1

- norma času na výrobu jedné příruby
- dávkový čas seřízení je standardně 1 hodina

6.2 Finanční rozbor

- režijní sazba: 500 Kč/hod
- v režijní sazbě je zahrnutý leasing, plat zaměstnance, nájem a vedlejší rozpočtové náklady
- výrobní dávky se pohybují od 200 ks do 1000 ks přírub
- výrobní dávky jsou nepravidelné, proto jsou v tabulce 6.2 uvedeny nejčastější výrobní dávky jednotlivých přírub

Tab. 6.2 Příklad ušetřených nákladů na výrobní dávce

Typ příruby	Výrobní dávka [ks]	Úspora času [min]	Režijní sazba [Kč/min]	Úspora nákladů [Kč]
Příruba 150-8xM12	1000	0,9	8,33	7497
Příruba 210-12xM12	600	1,1	8,33	5498
Příruba 225-10xM12	400	1,0	8,33	3332
Příruba 250-12xM12	200	1,1	8,33	1833

7. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout nový výrobní postup boční příruby, aby se stal efektivním a ekonomicky příznivějším pro firmu.

Výrobní postup je rozdělen do tří částí:

- a) výrobní postup hrdla příruby
- b) výrobní postup příruby
- c) montáž boční příruby

Vzhledem k technickému vybavení společnosti jsem navrhnul nový výrobní postup příruby a to na jednom stroji Hardinge talent 6/45, který je určený pro specializovanou sériovou výrobu. Využitím pouze jednoho stoje se uvolnila výrobní kapacita na frézce Style BM-8, takže se může použít na obrábění velkých součástí.

Sloučením operací číslo 10, 15 a 20 (4.2.2.) na jedno pracoviště vznikla časová úspora **0,9-1,1min** podle typu jednotlivých přírub. Úspora vznikla rychlejší výměnou nástrojů, zkrácením upínacích časů a také odstraněním přesouvání polotovaru mezi jednotlivými pracovišti. Další časová úspora by vznikla, kdyby se jednotlivé pracoviště uspořádali blíže k sobě. Výroba bočních přírub není pro firmu stěžejní, takže se o novém uspořádání neuvažovalo, aby se nezasahovalo do jiných výrobních postupů.

Z finančního rozboru je zřejmá úspora **7,49 – 9,16 Kč/kus**. Oproti roku 2011, kdy byla výroba cca 36 000 kusů, by se roční úspora pohybovala kolem **300 000 Kč**.

Jsem rád, že jsem mohl bakalářskou práci zpracovat ve společnosti CARBO SERVIS, s.r.o. Benátky nad Jizerou, byla to pro mě cenná zkušenost. Navržené řešení vzala společnost v potaz a v současné době (3. května 2012) se již vyrábí příruba tímto způsobem.

8. Použitá literatura

- [1] O nás. *CARBO SERVIS s.r.o.* [online]. Maxon desing, s.r.o., [2006], 13.3.2012 [cit. 2012-04-11]. Dostupné z: <http://www.carboservis.cz/>
- [2] Trubka bezešvá hladká kruhová, ČSN 42 5715.01, rozměr 127x4. *Ferona, a.s. - Velkoobchod hutním materiálem* [online]. © 2012 [cit. 2012-04-14]. Dostupné z: <http://www.ferona.cz/cze/katalog/detail.php?id=34642>
- [3] Materiálové normy. *Ferona a.s. - hutní materiál, velkoobchod s hutním materiálem* [online]. © 2012 [cit. 2012-04-14]. Dostupné z: http://www.ferona.cz/cze/katalog/mat_normy.php
- [4] LEGNEX - ZEUS+VHZ. *LEGNEX - pásové pily, pilové pásy EBERLE, svářeči dráty* [online]. LEGNEX spol. s r.o., © 2011 [cit. 2012-04-03]. Dostupné z: <http://www.legnex.cz/44,zeus-vhz.html>
- [5] Multimédia / stahování. *WNT* [online]. © 2011 [cit. 2012-04-012]. Dostupné z: <http://www.wnt.de/cs-cs/WNT-Multimedia-stahovani.htm>
- [6] BŘEMENOVÝ MAGNET - MAGSY, s.r.o. Zlín. *ÚVODNÍ STRÁNKA - MAGSY, s.r.o. Zlín* [online]. MAGSY, s.r.o., © 2005 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: <http://www.magsy.cz/page/153.bremenovy-magnet/>
- [7] Odsávané stoly pro termické pálení kovů. *Služby ve strojírenství ... TIGEMMA* [online]. GEDIP, spol. s r. o., [2007] [cit. 2012-04-11]. Dostupné z: <http://www.tigemmma.cz/cz/kategorie/odsavane-stoly-pro-termicke-paleni-kovu.aspx>
- [8] Vanad ARENA - CNC plazmová řezačka, řezací stroj. *CNC řezací stroje Vanad 2000, prodej cnc strojů* [online]. eBRÁNA s.r.o., © 2012 [cit. 2012-04-15]. Dostupné z: <http://www.vanad.cz/arena>
- [9] OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ. *Saldatura vera* [online]. Selco ®, [2005] [cit. 2012-04-18]. Dostupné z: <http://www.selco.it/?q=cs/node/482>
- [10] KEJDANA, P. *Trvanlivost nástroje při soustružení korozivzdorných ocelí. [Bakalářská práce]*. Praha, ČVUT Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie, 2011
- [11] CARBO SERVIS, s.r.o. – firemní materiály (příručky, návody na obsluhu, atd.)